

# Wzbogacanie mięśni piersiowych w witaminę E poprzez dodatek octanu tokoferylu do paszy dla kurcząt brojlerów

JERZY KORELESKI, SYLWESTER ŚWIĄTKIEWICZ

Dział Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa Instytutu Zootechniki – Państwowego Instytutu Badawczego,  
ul. Krakowska 1, 32-083 Balice

Koreleski J., Świątkiewicz S.

## Enrichment of vitamin E in breast meat by adding tocopheryl acetate to the feed of broiler chickens

### Summary

The study evaluated the effects on the content of vitamin E in chicken breast meat when this vitamin was contained in natural feed components and when acetate dl- $\alpha$ -tocopheryl was added to the diet. In three experiments on broiler chickens from 22 to 42 days of age, diets containing mixtures of rapeseed oil and animal or fish fat were supplemented with various amounts of dl- $\alpha$ -tocopheryl acetate (5-300 mg/kg). The content of vitamin E in broiler's breast meat increased in relation to an increase in dl- $\alpha$ -tocopheryl acetate in the diet. The practical importance of diet supplementation was ascertained at a level of 150 mg dl- $\alpha$ -tocopheryl acetate/kg. In this case an increase of  $\alpha$ -tocopherol concentration in breast meat to 7-7.5 mg/kg was noted.

**Keywords:** broiler, meat, vitamin E

Źródłem witaminy E w diecie człowieka i zwierząt są naturalne tłuszcze roślinne zawierające najbardziej aktywne stereoizomery RRR [2,5,7,8-czterometylo-2R-(4'R, 8'R, 12-trójmetylotrójdecylo) 6-chromonol] (3). Naturalny  $\alpha$ -tokoferol występujący w produktach pochodzenia roślinnego lub odłożony w produktach zwierzęcych jest prawie dwukrotnie bardziej aktywny niż syntetyczna forma witaminy E. Syntetyczny racemiczny dl- $\alpha$ -tokoferol jest mało stabilny i w praktyce, jako składnik preparatów farmakologicznych przeznaczonych do uzupełniania diety zwierząt i człowieka w witaminę E, jest stosowany w postaci octanu (10). Produkowany na skalę przemysłową racemiczny octan dl- $\alpha$ -tokoferylu zawiera 8 stereoizomerów  $\alpha$ -tokoferolu, od form RRR o wysokiej biologicznej aktywności do form SSS o niskiej aktywności (3). Organizm zwierzęcy przyswaja z paszy i osadza w tkankach aktywne biologicznie formy d- $\alpha$ -tokoferylu oraz usuwa stereoizomery SS – nie występujące w przyrodzie lub o małej aktywności (7).

Dodatkowe źródło witaminy E w diecie człowieka mogą stanowić produkty zwierzęce pozyskane od zwierząt żywionych mieszankami paszowymi wzbogacanymi w zwiększone jej dawki, np. w postaci syntetycznego octanu dl- $\alpha$ -tokoferylu.

Dodatek witaminy E do paszy zwiększa jej zawartość w żółtku jaja (4, 5). Dodając do 1 kg paszy rosnące ilości (do 120 mg)  $\alpha$ -tokoferolu Chen i wsp. (4) stwierdzili wzrost ( $r = 0,99$ ) zawartości witaminy E

w żółtku. Stosując naturalne pasze, uzyskali w żółtku 25  $\mu\text{g/g}$ , natomiast po dodaniu witaminy E poziom wzrastał trzykrotnie (75  $\mu\text{g/g}$ ). Ponadto wykazano znaczący efekt antyoksydacyjny, który uwidocznił się podczas przechowywania jaj. Stosując rosnący dodatek racemicznego octanu dl- $\alpha$ -tokoferylu (do 1280 j.m.) wykazano, że względna retencja  $\alpha$ -tokoferolu w jajach zmniejszała się w sposób liniowy (8).

U kurcząt rzeźnych otrzymujących rosnące dawki witaminy E stężenie  $\alpha$ -tokoferolu w tkankach było największe w sercu i płucu oraz w malejącej kolejności w: > wątrobie, > mięśniach udowych, > mózgu > mięśniach piersiowych (17). W żywieniu kurcząt brojlerów dla zabezpieczenia mięsa przed oksydacją zaleca się 100-200 mg, a dla indyków 300 mg octanu dl- $\alpha$ -tokoferylu/kg mieszanki paszowej (16).

Celem badań było określenie skuteczności witaminy E zawartej w paszach i tłuszczach będących naturalnymi składnikami diety oraz dodanej w postaci octanu dl- $\alpha$ -tokoferylu – we wzbogacaniu mięśnia piersiowego kurcząt brojlerów w witaminę E.

### Materiał i metody

Przeprowadzono trzy doświadczenia na kurczętach brojlerach w wieku od 22 do 42 dni życia. W pierwszym okresie odchovu kurczęta żywiono jednakową mieszanką paszową typu starter, a w okresie doświadczenia mieszankami typu grower/finisz, zawierającymi poekstrakcyjną śrutę sojową i zboża. Grupę żywieniową stanowiło 5 podgrup po 8 kurcząt (4 kogutki i 4 kurki).

Tab. 1. Wpływ dodatku do paszy octanu dl- $\alpha$ -tokoferylu na zawartość witaminy E w mięśniu piersiowym kurcząt

| Wyszczególnienie                                            | 1. doświadczenie                                            |                   |                   |       | 2. doświadczenie                               |                   |                   |                    |       | 3. doświadczenie                               |                   |       |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------|------------------------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------|------------------------------------------------|-------------------|-------|
|                                                             | Dodatek octanu dl- $\alpha$ -tokoferylu do paszy (mg/kg)    |                   |                   |       |                                                |                   |                   |                    |       |                                                |                   |       |
|                                                             | 5                                                           | 20                | 50                | SEM   | 0                                              | 40                | 150               | 300                | SEM   | 0                                              | 150               | SEM   |
| Zawartość witaminy E w paszy (mg/kg)                        | 12                                                          | 21                | 57                |       | 8                                              | 36                | 126               | 234                |       | 16                                             | 161               |       |
| Rodzaj i ilość tłuszczu w paszy                             | 5,6% tłuszczu zwierzęcego (smalec) i 1,4% oleju rzepakowego |                   |                   |       | 4,2% oleju rzepakowego i 0,8% tłuszczu rybnego |                   |                   |                    |       | 4,0% oleju rzepakowego i 1,0% tłuszczu rybnego |                   |       |
| Zawartość $\alpha$ -tokoferolu w mięśniu piersiowym (mg/kg) | 1,20 <sup>a</sup>                                           | 1,43 <sup>a</sup> | 2,79 <sup>b</sup> | 0,321 | 2,08 <sup>a</sup>                              | 3,65 <sup>b</sup> | 7,75 <sup>c</sup> | 12,21 <sup>d</sup> | 0,256 | 2,11 <sup>a</sup>                              | 7,05 <sup>b</sup> | 0,845 |

Doświadczenie 1. wykonano na 120 kurczętach Ross w układzie trzech grup żywieniowych. Mieszanka paszowa zawierająca 5,6% tłuszczu zwierzęcego (smalec) i 1,4% oleju rzepakowego była uzupełniona dodatkiem 5, 20 i 50 mg octanu dl- $\alpha$ -tokoferylu/kg. Użyty smalec nie był stabilizowany. Doświadczenie 2. przeprowadzono na 160 kurczętach Cobb, przydzielając je do 4 grup żywieniowych. Podstawowa mieszanka paszowa zawierała 4,2% oleju rzepakowego i 0,8% tłuszczu rybnego i była zadawana bez dodatku witaminy E lub z dodatkiem 40, 150 lub 300 mg octanu dl- $\alpha$ -tokoferylu/kg. W 3. doświadczeniu z 80 kurcząt Cobb utworzono dwie grupy żywieniowe. Podstawowa mieszanka paszowa zawierała 4% oleju rzepakowego i 1% tłuszczu rybnego i była stosowana bez dodatku witaminy E lub z dodatkiem 150 mg dl- $\alpha$ -tokoferylu/kg. Tłuszcze nienasycone użyte do wzbogacania mieszanek paszowych w energię były zabezpieczone przed utlenieniem z uwagi na zawartość naturalnego tokoferolu (olej rzepakowy) lub stabilizowane etoksychinoliną w ilości 250 mg/kg (płynny tłuszcz rybny).

Premiksy witaminowo-mineralne (0,5%) użyte w doświadczeniach nie zawierały dodatku witaminy E oraz przeciwutleniacza i zostały wykonane na zamówienie przez Wytwórnię Premiksów BASF w Kutnie. W przeliczeniu na 1 kg mieszanki paszowej premiksy dostarczały: IU: wit. A 12 000; D<sub>3</sub> 3250; mg: K<sub>3</sub> 2,25; B<sub>1</sub> 2; B<sub>2</sub> 7,25; B<sub>6</sub> 4,25; B<sub>12</sub> 0,03; biotyna 0,1; Ca-pantotnian 12; niacyna 40; kwas foliowy 1,0; cholina-Cl 450; Mn 100; Zn 65; Fe 65; Cu 15; J 0,8; Se 0,25 i Co 0,4.

W doświadczeniach określano masę ciała w 22. i 42. dniu życia, ilość pobranej paszy w okresie od 22. do 42. dnia życia i na tej podstawie obliczono przyrost masy ciała oraz wykorzystanie paszy. W 42. dniu życia z każdej grupy wybierano po 4 kogutki i 4 kurki, reprezentatywne dla danej grupy pod względem masy ciała, zabijano przez dekapitację, patroszono i umieszczano w chłodni. W następnym dniu pobierano od kurcząt mięśnie piersiowe (*m. pectoralis maior*, *m.p. minor*) z przeznaczeniem do analizy chemicznej na zawartość  $\alpha$ -tokoferolu. Oznaczenie prowadzono wg metody Manz i Philipp (13) z użyciem aparatury Merck-Hitachi HPLC z wyposażeniem LiChroCART 250-4 Superspher 100 RP-18, z kolumną 4  $\mu$ m i detektorem FL, Ex. 295 nm i Em. 350 nm.

Otrzymane wyniki opracowano statystycznie w układzie jednoczynnikowym przy użyciu analizy wariancji. Istotność różnic pomiędzy średnimi szacowano stosując wielokrotny test rozstępu Duncana (pakiet statystyczny Statistica 5.0 PL).

## Wyniki i omówienie

Naturalna zawartość witaminy E w mieszankach paszowych wynikająca z zawartości  $\alpha$ -tokoferolu w poszczególnych paszach jest zmienna. W podstawowych mieszankach paszowych użytych w 2. i 3. doświadczeniu była ona zróżnicowana w zakresie od 8 do 16 mg  $\alpha$ -tokoferolu/kg (tab. 1). W tym też przedziale mieści się także zawartość stwierdzona w mieszance stosowanej w 1. doświadczeniu, uzupełnionej dodatkiem 5 mg octanu dl- $\alpha$ -tokoferylu.

Wzrastającemu dodatkowi octanu dl- $\alpha$ -tokoferylu do mieszanki paszowej oraz poziomowi witaminy w paszy kurcząt towarzyszył wzrost zawartości  $\alpha$ -tokoferolu w mięśniu piersiowym (tab. 1). Przyrost zawartości witaminy w mięsie nie był jednakowy, a malejąca skuteczność uzupełnienia mieszanki zależała przede wszystkim od zawartości witaminy E w paszy. W 1. doświadczeniu przyrostowi zawartości witaminy E w mieszance paszowej o 10 mg, odpowiadał wzrost zawartości  $\alpha$ -tokoferolu w mięśniu piersiowym wynoszący 1 mg; 0,68 mg i 0,49 mg/kg. W 2. doświadczeniu wartości te wynosiły odpowiednio 2,6 mg; 1,01 mg; 0,62 mg i 0,52 mg/kg, a w 3. doświadczeniu 1,32 g i 0,44 mg/kg. W miarę zwiększania się zawartości witaminy E w paszy jej efektywność dla wzrostu zawartości w mięsie wyraźnie malała. Najniższy wzrost zawartości tokoferolu w 1. doświadczeniu można tłumaczyć użyciem niestabilizowanego smalcu do natłuszczenia paszy.

W mniejszym stopniu przyrost zawartości witaminy E zależał od ilości dodanego octanu dl- $\alpha$ -tokoferylu. W 1. doświadczeniu dodatek 10 mg octanu/kg paszy powodował wzrost zawartości  $\alpha$ -tokoferolu o 0,15 i 0,35 mg/kg. W 2. i 3. doświadczeniu stwierdzono wzrost zawartości witaminy w mięsie wynoszący przy kolejnych dodatkach 0,39; 0,38; 0,34 i 0,33.

Biorąc pod uwagę efektywność witaminy E, praktyczne znaczenie może mieć dodatek 150 mg octanu dl- $\alpha$ -tokoferylu/kg paszy w okresie 3 tygodni poprzedzających ubój brojlerów. Notuje się wówczas w mięsie wzrost zawartości  $\alpha$ -tokoferolu do 7-7,5 mg/kg. Dla porównania warto podać, że przy zwyczajowo przyjętym w premiksach dodatku 40-50 mg octanu dl- $\alpha$ -tokoferylu/kg paszy zawartość witaminy E w mięśniu piersiowym wynosi przeciętnie 3 mg/kg.

Znaczenie  $\alpha$ -tokoferolu jako witaminy oraz *in vivo* i *in vitro* przeciwutleniająca między- i wewnątrzkomórkowego (2), chroniącego systemy biologiczne przed nadmiernym utlenieniem (15), w tym także przed utlenieniem cholesterolu (14), powoduje wzrost zainteresowania potencjalnymi źródłami witaminy E w pożywieniu człowieka. Pod względem skutków ewentualnego przedawkowania pobierana *per os* witamina E należy do najbezpieczniejszych substancji biologicznie aktywnych. Dzielne zapotrzebowanie człowieka określa się na 12 mg, ale dyskutowane są zalecenia znacznie wyższe (60-100 mg) – szczególnie u osób starszych. Bendich i Machlin (1) w opracowaniu przeglądowym sugerują, że 50-krotne przekroczenie dawki zalecanej (RDA), tj. 750 j.m. witaminy E jest zupełnie bezpieczne.

W badaniach Cortinas i wsp. (6) dieta zawierała  $\alpha$ -tokoferol reprezentowany w 35,1% przez stereoizomer RRR, w 63,9% przez RRS-RSS i w 1,3% przez mało aktywne izomery SS. Dodatek octanu dl- $\alpha$ -tokoferylu do paszy nie zmieniał proporcji stereoizomerów  $\alpha$ -tokoferolu w tkance wątroby oraz uda kurcząt i były one reprezentowane w 69-100% przez aktywne izomery RR. Przy dodawaniu do paszy octanu dl- $\alpha$ ,  $\gamma$ , i  $\delta$ -tokoferylu – w mięśniach szkieletowych Jakobsen i wsp. (11) stwierdzili obecność wyłącznie  $\alpha$ -tokoferolu.

Analizując potencjalne ilości  $\alpha$ -tokoferolu dostarczane w diecie człowieka z produktów drobiarskich wzbogaconych w witaminę E można przyjąć dzienne spożycie jednego jaja i 100 g mięsa (mięśni piersiowych). Przy zawartości do 75  $\mu\text{g/g}$  żółtka, uzyskanej po wzbogaceniu paszy o 120 mg  $\alpha$ -tokoferolu (4) i przyjmując przeciętną masę żółtka jaja (16 g), daje to zawartość rzędu 1,2 mg. Porcja 100 g mięśnia piersiowego od kurcząt otrzymujących dodatek 150 mg octanu  $\alpha$ -tokoferylu dostarczy około 0,7 mg  $\alpha$ -tokoferolu. W sumie, z produktów drobiarskich dieta konsumenta może się wzbogacić o 2 mg  $\alpha$ -tokoferolu. Stanowi to 17% dziennego zapotrzebowania człowieka. Podczas gotowania straty witaminy E ocenia się na 50%. Należy jednak pamiętać, że witamina E występująca w obydwu produktach jest biologicznie wysoko aktywna i dwukrotnie przewyższa aktywność syntetycznej, racemicznej formy octanu tokoferylu. Nie bez znaczenia jest również antyoksydacyjne działanie zwiększonego poziomu witaminy E w mięsie, które wpływa na zmniejszenie stopnia utlenienia lipidów mięsa w czasie przechowywania (12).

Wskaźniki produkcyjne mają w niniejszej pracy znaczenie wyłącznie informacyjne. W przeprowadzonych doświadczeniach nie stwierdzono wpływu stosowanych dodatków octanu dl- $\alpha$ -tokoferylu na wyniki produkcyjne kurcząt, tj. przyrost masy ciała i zużycie paszy w przeliczeniu na jednostkę przyrostu masy ciała oraz rezultaty analizy rzeźnej. Jedynie w 2. doświadczeniu wzbogacenie diety podstawowej dodatkiem octanu dl- $\alpha$ -tokoferylu zmniejszyło zużycie paszy na jednostkę przyrostu masy ciała z 1,70 kg na 1,63 kg (12). Porównywalne wyniki otrzymali Soto-Salanova i Sell (18), nie stwierdzając wpływu poziomu witaminy E w mieszan-

ce paszowej na rezultaty produkcyjne brojlerów. Guo i wsp. (9) wykazali natomiast korzystny wpływ dodatku 100 mg witaminy E/kg diety podstawowej na przyrost masy ciała i wykorzystanie paszy u kurcząt.

Dane piśmiennictwa oraz wyniki badań własnych wskazują, że produkty drobiarskie wzbogacone w witaminę E mogą stanowić cenne uzupełnienie diety konsumenta. Zawartość witaminy E w mięśniach piersiowych brojlerów rośnie wraz ze zwiększającym się dodatkiem octanu dl- $\alpha$ -tokoferylu do mieszanki paszowej. Przy wyższych dodatkach jednostkowa efektywność octanu stopniowo maleje i do celów praktycznych można zalecić dodatek 150 mg octanu dl- $\alpha$ -tokoferylu/kg paszy.

Stosowanie takiego dodatku na 3 tygodnie przed ubojem kurcząt dwukrotnie zwiększyło ilość witaminy E w mięśniach piersiowych w porównaniu z dodatkiem 40 mg/kg lub trzykrotnie – w porównaniu z kurczętami żywionymi paszą bez dodatku witaminy E.

## Piśmiennictwo

1. Bendich A., Machlin L. J.: The safety of oral intake of vitamin E. Data from clinical studies from 1986 to 1991, [w:] Packer L., Fuchs J.: Vitamin E in health and disease. Dekker, New York 1992, 411-416.
2. Burton G. W.: Vitamin E: molecular and biological function. Proc. Nutr. Soc. 1994, 53, 251-262.
3. Burton G. W., Ingold K. U., Zahalka H., Dutton P., Hodgkinson B., Hughes L., Foster D. O., Behrens W. A.: Biodiscrimination of tocopherols, [w:] Vitamin E. Its Usefulness in Health and in Curing Diseases. Japan Sci. Soc. Press, Tokyo 1993, 51-61.
4. Chen J. Y., Latshaw J. D., Lee H. O., Min D. B.:  $\alpha$ -Tocopherol content and oxidative stability of egg yolk as related to dietary  $\alpha$ -tocopherol. J. Food Sci. 1998, 63, 919-921.
5. Cherian G., Wolfe F., Sim J. S.: Dietary oils with added tocopherols: effect on egg or tissue tocopherols, fatty acids, and oxidative stability. Poultry Sci. 1996, 75, 423-431.
6. Cortinas L., Barroeta A., Galobart J., Jensen S. K.: Distribution of  $\alpha$ -tocopherol stereoisomers in liver and thigh of chickens. Brit. J. Nutr. 2004, 92, 295-301.
7. Dersjant-Li Y., Peisker M.: Vitamin E: why natural-source. Feed Internat. 2006, July, s. 18-20.
8. Grobas S., Mendez J., Lopez Bote C., De Blas C., Mateos G. G.: Effect of vitamin E and A supplementation on egg yolk  $\alpha$ -tocopherol concentration. Poultry Sci. 2002, 81, 376-381.
9. Guo Y., Zhang G., Yuan J., Nie W.: Effects of source and level of magnesium and vitamin E on prevention of hepatic peroxidation and oxidative deterioration of broiler meat. Anim. Feed Sci. Technol. 2003, 107, 143-150.
10. Horwitt M. K.: Relative biological values of d- $\alpha$ -tocopheryl acetate and all-rac- $\alpha$ -tocopheryl acetate in man. Am. J. Clin. Nutr. 1980, 33, 1856-1860.
11. Jakobsen K., Engberg R. M., Andersen J. O., Jensen S. K., Lauridsen C., Sorensen P., Heckel P., Bertelsen G., Skibsted L. H., Jensen C.: Supplementation of broiler diets with all-rac- $\alpha$ - or a mixture of natural source RRR- $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ -tocopheryl acetate. 1. Effect on vitamin E status of broilers in vivo and at slaughter. Poultry Sci. 1995, 74, 1984-1994.
12. Koreleski J., Świątkiewicz S.: The influence of dietary fish oil and vitamin E on the fatty acid profile and oxidative stability of frozen stored chicken breast meat. J. Anim. Feed Sci. 2006, 15, 631-640.
13. Manz U. Y., Philipp K.: A method for the routine determination of tocopherols in animal feed and human foodstuffs with the aid of high performance liquid chromatography. Int. J. Vitamin Nutr. Res. 1981, 51, 342-348.
14. Monahan F. J., Gray J. I., Booren A. M., Miller E. R., Buckley D. J., Morrissey D. J., Goma E. A.: Influence of dietary treatment on lipid and cholesterol oxidation in pork. J. Agric. Food Chem. 1992, 40, 1310-1315.
15. Schuler P.: Natural antioxidants exploited commercially, [w:] Hudson R. J. F.: Food antioxidants. Elsevier Applied Science, London 1990, 99-107.
16. Sheehy P. J. A., Morrissey P. A., Buckley D. J., O'Neill L., Wen J.: Advances in research and application of dietary antioxidants. Proc. 11<sup>th</sup> Europ. Symp. Poultry Nutrition, WPSA, Faaborg 1997, s. 57-63.
17. Sheehy P. J. A., Morrissey P. A., Flynn A.: Influence of dietary  $\alpha$ -tocopherol on tocopherol concentration in chick tissues. Br. Poultry Sci. 1991, 32, 391-397.
18. Soto-Salanova M. F., Sell J. L.: Efficacy of dietary and injected vitamin E for poult. Poultry Sci. 1996, 75, 1393-1403.

Adres autora: prof. dr hab. Jerzy Koreleski, ul. Krakowska 1, 32-083 Balice; e-mail: jkoreles@izoo.krakow.pl